



## Analisis Indeks Iklim dengan Metode *Historical Burn Analysis* untuk Adaptasi Perubahan Iklim (Studi Kasus di Kabupaten Pacitan, Jawa Timur)

Analysis of Climate Index with Historical Burn Analysis Method for Climate Change Adaptation  
(A Case Study in Pacitan District, East Java)

**Yon Sugiarto<sup>1\*</sup>, Woro Estiningtyas<sup>2</sup> dan Wahyu Sukmana Dewi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Geofisika dan Meteorologi, Gedung FMIPA, IPB, Jl. Meranti Wing 19 Lv.4 Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

<sup>2</sup>Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi-Balitklimat

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 28 August 2015

Received in revised form 12 January 2017

Accepted 24 January 2017

doi: 10.29244/j.agromet.31.1.1-10

#### Keywords:

Adaptation

Climate index

Drought

Exit value

Historical Burn Analysis

### ABSTRACT

Drought recurrently occurs in Indonesia, and it is one of the climate-related hazards that has a major impact on agriculture and food security. However, there is no a scheme, which allows any damages in agriculture associated with drought event will get an insurance. This study aims to analyze the climate index based on the potency of drought in Pacitan District, East Java to support the development of climate index insurance as an effort to climate change adaptation. This study used a climate index derived from monthly rainfall data, which was calculated based on the historical burn analysis (HBA) method. We examined climate index and measured exit value as representing of the lowest value which payment of insurance should be fully paid. Our results showed that the value varies among sub-districts in Pacitan. Kebonagung sub-district revealed the highest exit value (89 mm), which means the insurance company should pay the full insurance coverage if the rainfall in the period insured below 89 mm. The lowest exit value (18 mm) was in Pringkuku sub-district. Our finding revealed that the index HBA is suitable to be applied in regions with limited climate data. Furthermore, our approach could be one of the strategies to cope with drought to stabilize rice production during the dry season. For wide implementation, supports from government through regulation is needed.

## PENDAHULUAN

Sebagai negara agraris, sektor pertanian di Indonesia masih menjadi tumpuan utama dan memiliki kontribusi yang cukup besar dalam mendukung pertumbuhan ekonomi (Awokuse and Xie, 2014) serta pembangunan nasional. Sektor pertanian harus

dan perkembangan tanaman. Cuaca dan iklim mempengaruhi pola tanam (Elmendorf et al., 2015), waktu tanam (Dobor et al., 2016), produksi (Yang et al., 2015), dan kualitas hasil (Ray et al., 2015). Perubahan iklim memiliki dampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor pertanian (Dong et al., 2015; Nelson et al., 2013; Wiréhn et al., 2015). Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang rawan (Rosenzweig et al., 2014), terutama petani marginal dan miskin dengan lahan terbatas (Alauddin and Sarker, 2014; Panda and Singh, 2016). Perubahan iklim merupakan perubahan secara gradual dari beberapa parameter cuaca dan iklim dalam bentuk perubahan distribusi kejadian cuaca terhadap kondisi rata-ratanya. Beberapa indikator yang sering digunakan meliputi peningkatan suhu udara, perubahan pola hujan (misal Loo et al., 2015; Wu et al., 2016), peningkatan muka air

pertanian berperan penting terhadap ketahanan pangan sebagai sumber mata pencaharian masyarakat petani sekaligus berkontribusi besar dalam peningkatan daya beli masyarakat dan penyerapan tenaga kerja (Sumaryanto, 2009).

Pertanian memiliki kerentanan tinggi terhadap variabilitas dan perubahan iklim (Dong et al., 2015; Nelson et al., 2013; Wiréhn et al., 2015), karena cuaca dan iklim sangat mempengaruhi proses pertumbuhan

\* Corresponding author: yons@apps.ipb.ac.id

laut, dan kejadian iklim ekstrim *El-Niño* dan *La-Niña* (Cai et al., 2015) yang meningkatkan frekuensi kejadian banjir (misal Arnell and Gosling, 2016) dan kekeringan (misal Mann and Gleick, 2015) merupakan beberapa contoh dampak dari fenomena perubahan iklim.

Salah satu dampak negatif dari variabilitas dan perubahan iklim adalah peningkatan frekuensi dan besaran kekeringan yang sangat mengganggu sistem pertanian tanaman pangan (Hidayati and Suryanto, 2015). Peristiwa *El-Niño* yang terjadi tahun 1997 menyebabkan banyak wilayah di Indonesia terpapar bencana kekeringan. Indikasi utama kejadian kekeringan antara lain curah hujan di bawah normal (Surmaini et al., 2015), distribusi yang tidak merata, dan penurunan daya serap air oleh tanah. *El-Niño* juga menyebabkan keterlambatan musim dan penurunan curah hujan sehingga mengurangi areal tanam di wilayah utama Indonesia dan berpotensi pada peningkatan risiko defisit produksi padi tahunan (Kirono et al., 2016; Naylor et al., 2007).

Perubahan iklim mendorong kejadian iklim ekstrim seiring peningkatan suhu udara dan ketidakpastian pola curah hujan dimasa depan (Orlowsky and Seneviratne, 2012). Usaha tani padi merupakan sistem yang masih dominan dalam memasok kebutuhan pangan di Indonesia, sehingga kejadian iklim ekstrim termasuk kekeringan akan berdampak besar terhadap ketahanan pangan. Hasil pemantauan kekeringan tanaman padi pada tahun 1993-2002 menunjukkan bahwa angka rata-rata lahan pertanian yang terkena dampak kekeringan mencapai 220.380 ha dengan lahan puso mencapai 43.434 ha atau setara dengan kehilangan 190.000 ton gabah kering giling (GKG) (RAN-API 2007). Peningkatan kejadian iklim ekstrim juga berakibat pada kegagalan panen dan kerusakan tanaman yang berpengaruh pada produktivitas tanaman (Challinor et al., 2014), kerusakan sumberdaya lahan pertanian, peningkatan frekuensi dan intensitas banjir (Arnell and Gosling, 2016) dan kekeringan (Mann and Gleick, 2015), serta peningkatan kelembaban yang menyebabkan peningkatan intensitas gangguan OPT (Juroszek and von Tiedemann, 2015; Newbery et al., 2016).

Data dan informasi iklim serta potensi kekeringan dapat digunakan sebagai parameter risiko iklim terhadap usaha tanaman pangan utama seperti padi. Data dan informasi dapat berupa indeks iklim sebagai indikator kejadian kekeringan di wilayah kajian. Indeks iklim juga dapat dimanfaatkan dalam pengembangan asuransi indeks iklim yang dapat digunakan sebagai salah satu langkah adaptasi terhadap perubahan iklim. Boer (2010) menyatakan bahwa asuransi indeks iklim atau asuransi iklim merupakan sistem asuransi yang memberikan

pembayaran pada pemegang polis ketika kondisi cuaca atau iklim yang tidak diharapkan terpenuhi, yang dinyatakan dengan indeks iklim tanpa harus ada bukti kegagalan panen. Asuransi iklim ini merupakan alat manajemen risiko iklim yang relatif baru dalam sistem usaha tani padi. Dalam sistem asuransi iklim, yang diasuransikan adalah indeks iklimnya dan bukan tanamannya. Pembayaran dilakukan berdasarkan apakah indeks iklim yang ditetapkan dicapai pada periode pertumbuhan tanaman yang diasuransikan. Asuransi iklim adalah asuransi yang memberikan penggantian atas kerugian akibat penurunan tingkat panen atau kegagalan panen yang dikaitkan dengan cuaca.

Asuransi berbasis indeks iklim dapat mempercepat penerimaan petani terhadap teknologi adaptasi atau integrasi informasi prakiraan iklim dalam membuat keputusan. Asuransi ini penting untuk dapat dikembangkan terutama pada daerah kering yang memiliki lahan pertanian tanaman pangan. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kejadian kekeringan dan menganalisis indeks iklim berdasarkan potensi kekeringan di Kabupaten Pacitan sebagai pendukung pelaksanaan asuransi indeks iklim sebagai upaya adaptasi terhadap perubahan iklim.

## METODE PENELITIAN

### Data

Penelitian ini menggunakan data pengukuran curah hujan harian dari stasiun hujan di 12 kecamatan di Kabupaten Pacitan selama 16 tahun periode 1998 – 2013 yang bersumber dari Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Pacitan serta Dinas Pertanian Kabupaten Pacitan. Data pendukung lain berupa data kejadian kekeringan dan serangan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) periode tahun 2007 – 2012, data luas panen, luas tanam tanaman padi dan produksi padi periode tahun 1998 - 2012 untuk 12 kecamatan di Kabupaten Pacitan.

### Pengolahan Data

Indeks iklim dihitung berdasarkan data curah hujan harian dari 12 kecamatan di Kabupaten Pacitan dengan menggunakan metode *Historical Burn* (*Historical Burn Analysis, HBA*) yang dikembangkan oleh IRI Columbia University sebagai berikut:

1. Menentukan tahun dan periode yang akan diasuransikan (*indeks window*), yaitu tanggal 1 Mei - 30 September tahun 1998 hingga 2013
2. Menghitung curah hujan dasarian pada periode yang akan diasuransikan (*indeks window*) dengan Persamaan (1)-(3).

$$\text{Bulan}_{\text{dekad 1}} = \text{SUM}(\text{hari 1: hari 10}) \quad (1)$$

$$\text{Bulan}_{\text{dekad 2}} = \text{SUM}(\text{hari 11: hari 20}) \quad (2)$$

$$\text{Bulan}_{\text{dekad 3}} = \text{SUM}(\text{hari 21: hari 30}) \quad (3)$$

3. Menghitung nilai "*cap*" yang merepresentasikan jumlah maksimum curah hujan yang dihitung untuk setiap periode sepuluh hari. Penentuan nilai "*cap*" menggunakan nilai evapotranspirasi potensial (ETp) harian. Dengan asumsi nilai ETp sebesar 5 mm/hari (Allen et al., 1998). Maka nilai *cap* untuk 10 harian dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$\text{cap}_{\text{dasarian}} = 5\text{mm} \times 10 \text{ hari} = 50 \quad (4)$$

4. Menghitung nilai curah hujan yang disesuaikan (*adjusted rainfall total*) dengan Persamaan (5).

$$\text{Bulan}(\text{periode yang diasuransikan})_{\text{dekad 1}} = \text{IF}(\text{curah hujan total dekad 1} < \text{cap}; \text{curah hujan total dekad 1}; \text{cap}) \quad (5)$$

*Adjusted rainfall total* ini ditentukan setiap sepuluh hari (dekad) untuk periode yang diasuransikan. Jika jumlah curah hujan total untuk periode sepuluh hari kurang dari "*cap*", maka digunakan curah hujan total untuk periode tersebut. Namun, jika dalam sepuluh hari total curah hujan lebih dari "*cap*", maka "*cap*" yang digunakan.

5. Menghitung jumlah curah hujan dasarian yang telah disesuaikan untuk setiap tahun. Nilai curah hujan yang telah disesuaikan (*adjusted rainfall total*) pada masing-masing periode yang diasuransikan dihitung menggunakan Persamaan (6).

$$\text{Jumlah curah hujan dasarian setiap tahun} = \sum \text{Curah hujan yang telah disesuaikan setiap dekade.} \quad (6)$$

6. Menyusun data curah hujan yang telah disesuaikan (setiap tahunnya) dari atas ke bawah mulai dari curah hujan tertinggi hingga terendah (Persamaan (7)).

$$\text{Penyusunan curah hujan} = \text{SORT}(\text{curah hujan dasarian yang telah disesuaikan}) \quad (7)$$

7. Menyusun nilai *exit* yang merupakan nilai terendah dimana pembayaran sepenuhnya diberikan. Dalam penyusunan indeks, *exit* dirancang sehingga ada pembayaran penuh untuk tahun terburuk selama periode data. *Exit* akan diatur sama dengan jumlah curah hujan pada tahun terburuk dan dibulatkan ke bilangan bulat terdekat.
8. Menentukan *trigger* berdasarkan periode ulang yang dipilih. Jika periode ulang kejadian kekeringan adalah 4 kali selama 6 tahun atau sekitar 1,5 tahun, maka selama 6 tahun ada sekitar 4 kali pembayaran asuransi.

- a. Jika curah hujan lebih rendah daripada *exit* selama periode yang diasuransikan, maka dilakukan pembayaran secara penuh
- b. Jika curah hujan berada diantara *exit* dan *trigger*, maka pembayaran akan dilakukan secara sebagian (parsial).
- c. Jika curah hujan lebih besar daripada *trigger*, maka tidak ada pembayaran yang dilakukan. Persamaan (8) digunakan untuk menghitung besarnya nilai pertanggungan yang dibayarkan (Y) sesuai dengan hujan yang diterima selama periode pertanggungan (musim kemarau).

$$Y = (1 - (\text{Jumlah Hujan} - \text{Exit}) / (\text{Trigger} - \text{Exit})) * \text{Nilai Pertanggungan} \quad (8)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Jawa merupakan penghasil beras utama di Indonesia, dimana Provinsi Jawa Timur menjadi penghasil beras nasional terbesar sejak tahun 2014 dengan total produksi lebih dari 1,2 juta ton (BPS, 2016). Kabupaten Pacitan di Jawa Timur merupakan salah satu kabupaten yang berkontribusi besar dengan *tren* peningkatan produktivitas beras yang mencapai 5,3 ton per hektar. Produktivitas ini lebih besar dibandingkan capaian nasional yang hanya 5,1 ton per hektar. Peningkatan produksi beras di Kabupaten Pacitan masih menghadapi tantangan kekeringan dan gagal panen pada tahun 2011 (~545 hektar). Hasil prediksi kehilangan produksi padi karena kekeringan yang disebabkan El Niño mencapai angka 16680 ton (Surmaini et al., 2015).

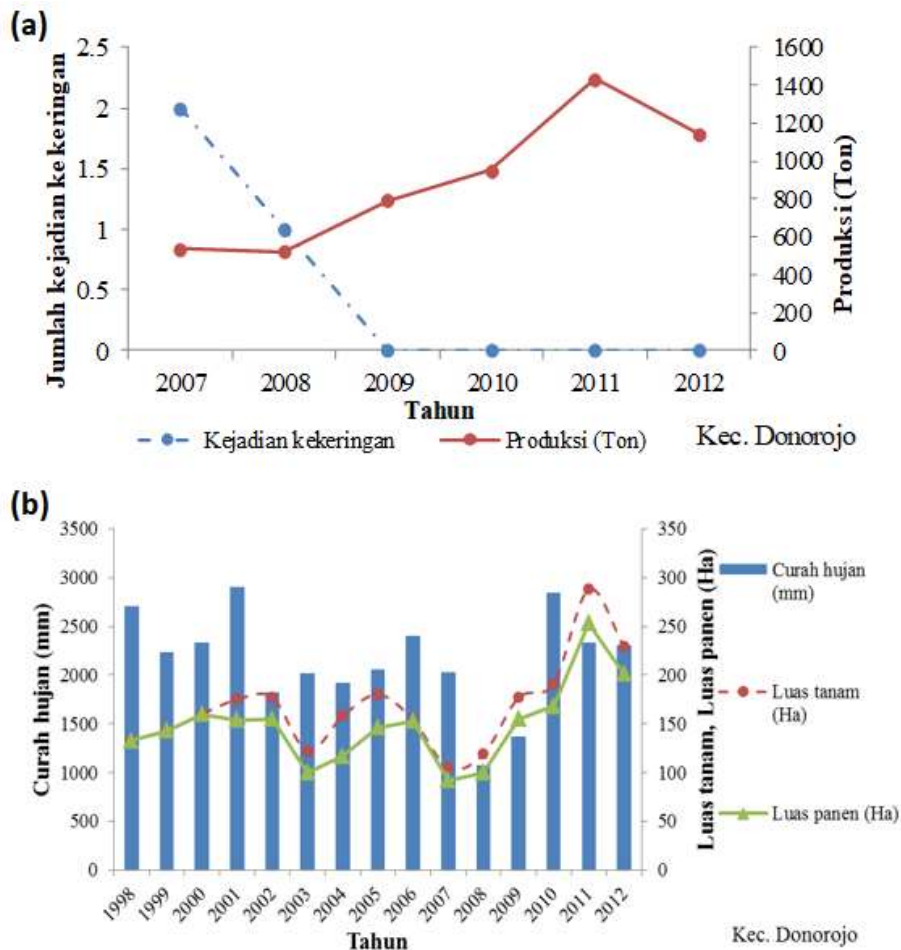
Ketersediaan air merupakan masalah utama dalam pelaksanaan usaha tani di Kabupaten Pacitan, sehingga penambahan ketersediaan air dalam skala jumlah dan waktu akan berpengaruh langsung terhadap produktivitas lahan (Sawiyo et al., 2005). Pada sebagian wilayah, ketersediaan air pertanian sangat bergantung pada curah hujan.

Berdasarkan klasifikasi iklim Oldeman dengan data rata-rata curah hujan periode tahun 1998 – 2013, Kabupaten Pacitan masuk ke dalam tipe iklim C subdivisi 3 (tipe iklim C3). Tipe iklim C3 mengindikasikan wilayah kering yang hanya dapat menanam padi satu kali dan palawija pada musim kedua. Klasifikasi iklim Oldeman dipilih untuk menentukan tipe iklim di wilayah kajian ini karena dinilai cukup representatif untuk klasifikasi lahan pertanian tanaman pangan di Indonesia.

Frekuensi kejadian kekeringan di Kabupaten Pacitan cukup tinggi. Gambar 1(a) menunjukkan fluktuasi jumlah kejadian kekeringan dengan total

produksi padi di Kecamatan Donorojo. Kekeringan sebanyak 2 kali terjadi di tahun 2007 yaitu pada bulan Agustus dan September dengan total produksi mencapai 500 ton. Kejadian kekeringan terjadi pada bulan Mei di tahun 2008. Peluang kejadian kekeringan

di Kecamatan Donorojo adalah 0,5 dengan T (periode ulang) sebesar 2, yang artinya selama 2 tahun hanya terjadi satu kali kekeringan. Hasil produksi padi maksimum dicapai pada tahun 2011 yaitu sebesar 1.450 ton.

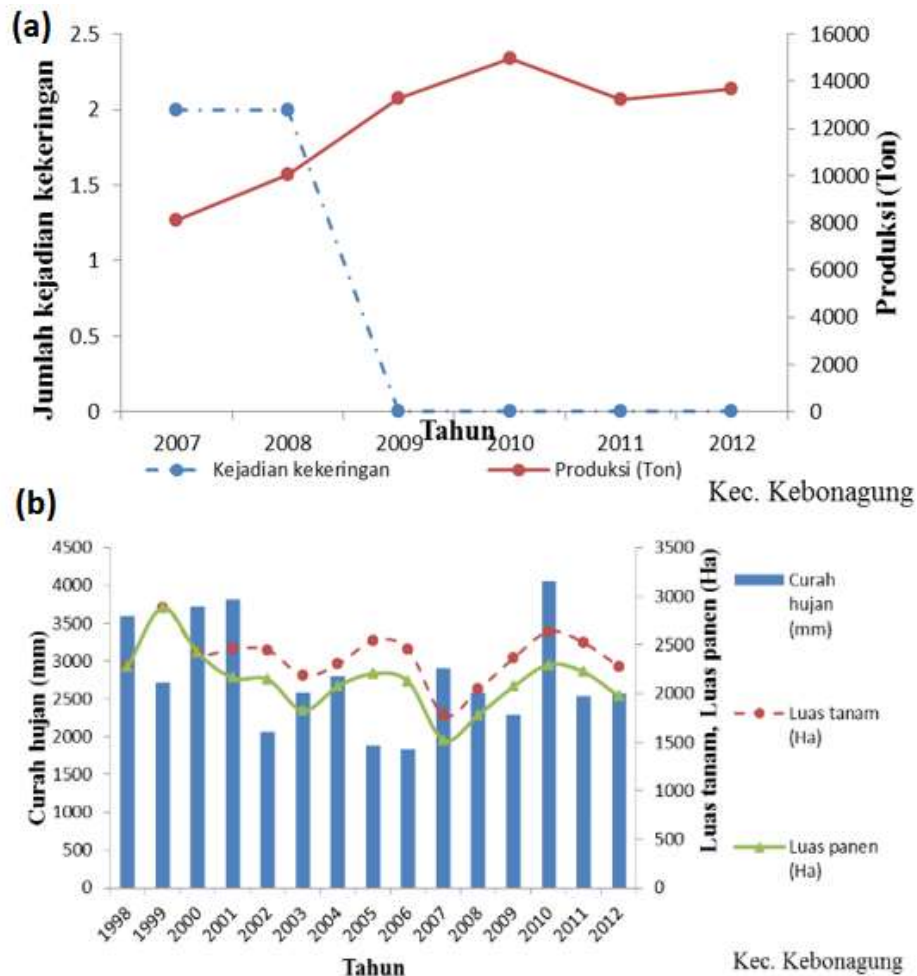


**Gambar 1** (a) Jumlah kejadian kekeringan dengan produksi padi periode tahun 2007 - 2012; dan (b) Hubungan curah hujan (mm) dengan luas tanam (ha) dan luas panen (ha) di Kecamatan Donorojo.

Berdasarkan data curah hujan periode tahun 1998 – 2002, curah hujan terendah mencapai 1.000 mm terjadi pada tahun 2008 dan tertinggi mencapai 3.000 mm pada tahun 2001. Luas panen dan luas tanam terbesar terjadi pada tahun 2011, masing-masing sebesar 250 ha dan 280 ha. Luas tanam dan luas panen terendah terjadi pada tahun 2007, masing-masing sebesar 105 ha dan 92 ha. Apabila dihubungkan dengan Gambar 1(a), curah hujan dan produksi memiliki hubungan yang erat. Tingkat produksi padi mencapai nilai maksimum pada tahun 2011 dengan curah hujan sebesar 2.400 mm.

Gambar 2(a) menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah kejadian kekeringan semakin rendah hasil produksi padi. Jumlah kejadian kekeringan tertinggi terjadi pada tahun 2007 dan 2008 dengan produksi padi yang cukup rendah, yaitu sebesar 800

ton untuk tahun 2007 dan 9.000 ton untuk tahun 2008. Kekeringan terjadi di bulan Juli dan Agustus pada tahun 2007, sedangkan pada tahun 2008 kekeringan terjadi pada bulan Juni dan Juli. Peluang kejadian kekeringan selama periode tahun 2007 hingga 2012 adalah sebesar 0,67 dengan periode ulang sebesar 1,5, yang artinya selama 1,5 tahun hanya terjadi satu kali kekeringan. Hasil produksi padi tertinggi di Kecamatan Kebonagung terjadi pada tahun 2010 yaitu sebesar 15.000 ton. Gambar 3(b) memperlihatkan pengaruh curah hujan terhadap luas tanam dan luas panen tanaman padi di Kecamatan Kebonagung. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2010 yaitu sebesar 3.250 mm. Pada tahun yang sama, luas tanam yang dilakukan oleh petani mencapai maksimal yaitu 2.700 ha dengan luas panen sebesar 2.300 ha.



**Gambar 2** (a) Hubungan jumlah kejadian kekeringan dengan produksi padi selama periode tahun 2007 hingga 2012, (b) Hubungan curah hujan (mm) dengan luas tanam (Ha) dan luas panen (Ha) di Kecamatan Kebonagung.

Gambar 3(a) menunjukkan bahwa kejadian kekeringan terjadi pada tahun 2007 dan 2008. Kejadian kekeringan masing-masing terjadi pada bulan Juli dan Juni untuk tahun 2007 dan 2008. Peluang kejadian kekeringan selama periode tahun 2007 hingga 2012 adalah 0,3 dengan  $T$  sebesar 3, yang artinya bahwa selama 3 tahun hanya terjadi satu kali kekeringan. Produksi padi yang didapatkan pada tahun 2007 lebih rendah 1000 ton dibandingkan tahun 2008 yang mencapai 4200 ton. Gambar 3(b) menunjukkan bahwa curah hujan tahun 2007 lebih tinggi dua kali lipat dibandingkan tahun 2008.

Sebagian besar wilayah Pulau Jawa termasuk Kabupaten Pacitan dipengaruhi oleh iklim tropika basah dengan 2 musim yaitu musim hujan (Oktober-April) dan musim kemarau (April-Oktober). Secara umum, wilayah Kabupaten Pacitan dapat dikelompokkan menjadi 4 grup berdasarkan rata-rata curah hujan tahunan. Kabupaten Pacitan sebelah barat memiliki curah hujan tahunan kurang lebih 1500 mm. Sementara itu di wilayah timur laut Kabupaten Pacitan, curah hujan tahunan lebih tinggi yaitu sebesar 3000 mm karena pengaruh topografi wilayah timur laut

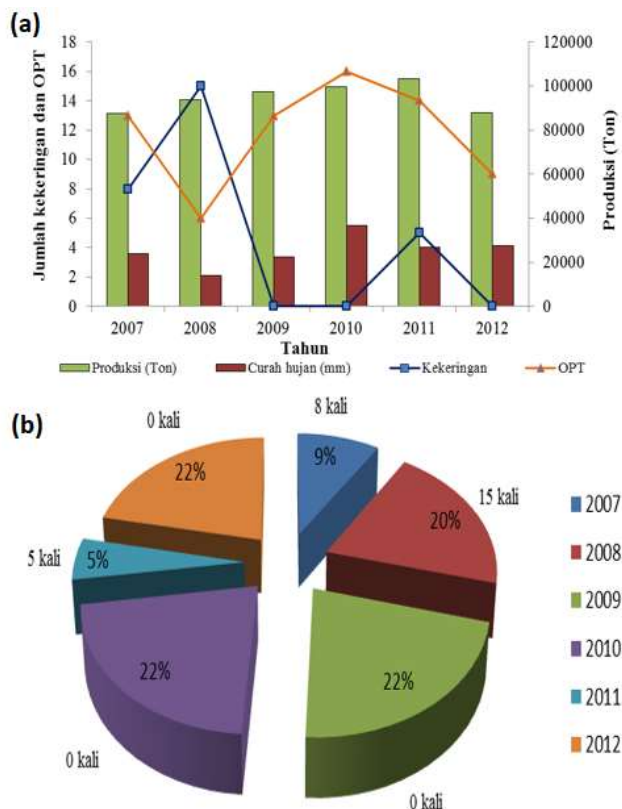
Pacitan yang lebih berbukit. Curah hujan tahunan di ketiga kecamatan tersebut cukup bervariasi.

Selama periode tahun 2007 hingga tahun 2012, curah hujan terendah untuk ketiga kecamatan tersebut terjadi pada tahun 2008. Hampir 75% kecamatan di wilayah Kabupaten Pacitan memiliki curah hujan terendah di tahun 2008, yaitu Kecamatan Arjosari, Bandar, Nawangan, Ngadirojo, Tegalombo, Punung, Sudimoro, dan Tulakan. Curah hujan yang rendah pada tahun 2008 berdampak terhadap kejadian kekeringan di Kabupaten Pacitan yang tinggi. Apabila dibandingkan dengan kejadian kekeringan, serangan OPT lebih mendominasi di wilayah ini. Setiap tahun selama periode tahun 2007 hingga 2012, serangan OPT selalu terjadi dengan intensitas berbeda-beda. Produksi padi terendah terjadi pada tahun 2007 dan 2012 dengan rata-rata produksi hanya mencapai 87.000 ton.

Pada tahun 2007, terjadi kekeringan sebanyak 7 kali dan meningkat 2 kali lipat pada tahun 2008. Namun, produksi padi tahun 2008 masih lebih tinggi dibandingkan tahun 2007 karena banyak faktor lain yang berpengaruh seperti serangan OPT. Kekeringan



juga memberikan respon yang berbeda pada berbagai fase perkembangan tanaman (Hatfield and Prueger, 2015; Todaka et al., 2015). Pada tahun 2007 tercatat telah terjadi 13 kali serangan OPT pada lahan pertanaman padi di Kabupaten Pacitan. Serangan OPT berasosiasi dengan curah hujan, dimana curah hujan yang tinggi meningkatkan serangan OPT dan menurunkan produksi padi yang dihasilkan.

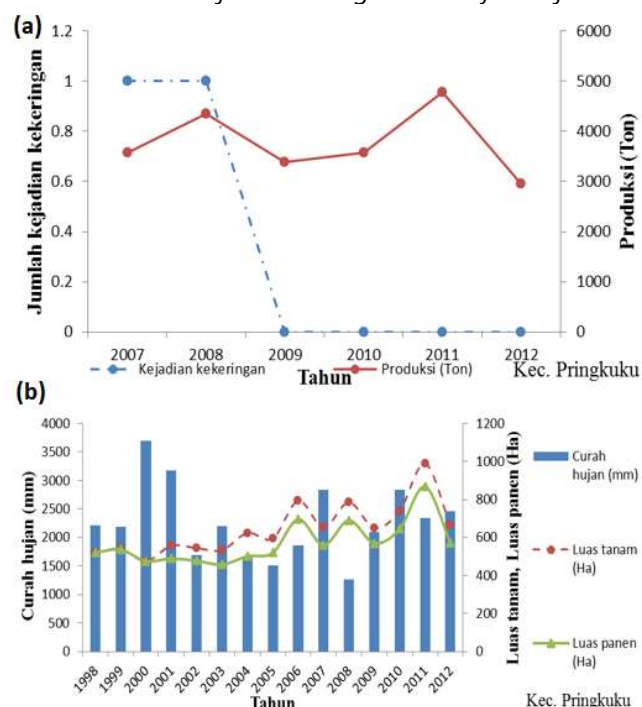


**Gambar 3** (a) Hubungan curah hujan, kejadian kekeringan, dan serangan OPT terhadap produksi padi, (b) Presentase jumlah kecamatan yang terkena bencana kekeringan di Kabupaten Pacitan selama tahun 2007 hingga tahun 2012.

Organisme Pengganggu tanaman (OPT) yang ditemukan di lahan pertanaman padi selama tahun 2007-2012 adalah jenis Blast (*Pyricularia oryzae*) (LPHP 2012). Kesigapan petani dalam mengantisipasi serangan OPT pada tahun 2008, berdampak pada hasil produksi yang lebih tinggi meskipun kejadian kekeringan meningkat dua kali lipat dibandingkan tahun sebelumnya. Hubungan parameter yang diperlihatkan Gambar 4(a) memperlihatkan bahwa kejadian kekeringan memberikan dampak negatif yang lebih besar terhadap sistem usaha tani padi dibandingkan serangan OPT. Sehingga tindakan adaptasi terhadap kejadian kekeringan harus lebih intensif dan diperhatikan untuk mempertahankan stabilitas produksi padi.

Kejadian kekeringan dan jumlah curah hujan total pada tahun 2008 sangat berkorelasi. Hal ini

ditunjukkan oleh >70% kecamatan menerima curah hujan yang rendah pada tahun 2008. Kejadian kekeringan sebanyak 15 kali menyerang 11 kecamatan pada tahun 2008, sedangkan pada tahun 2009, 2010, dan 2012 tidak terjadi kekeringan di wilayah kajian.



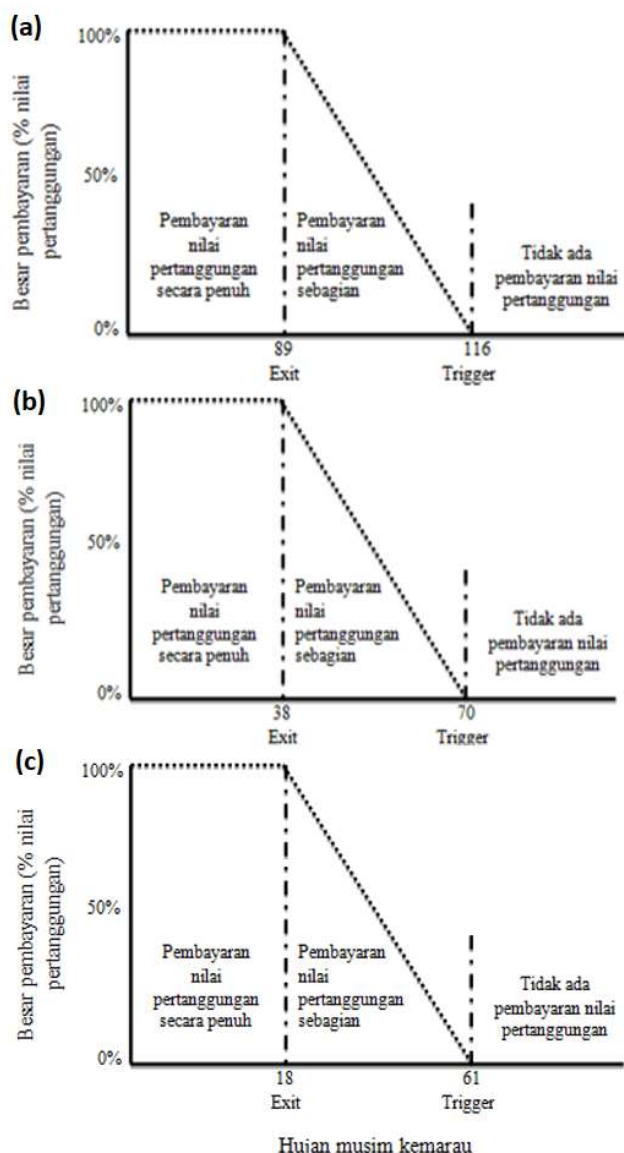
**Gambar 4** (a) Hubungan jumlah kejadian kekeringan dengan produksi padi selama periode tahun 2007 hingga 2012, (b) Hubungan curah hujan (mm) dengan luas tanam (ha) dan luas panen (ha) di Kecamatan Pringku

### Penyusunan Indeks Iklim

Asuransi indeks iklim merupakan asuransi pertanian yang berbasis indeks iklim. Kebijakan pembayaran indeks asuransi berbasis pada obyektif dan bukan pada pengukuran dari kehilangan riil (Boer, 2010). Dalam penelitian ini, indeks iklim yang dipilih adalah curah hujan. Keeratan hubungan antara produksi padi dengan curah hujan menjadi dasar dalam penentuan indeks iklim. Penelitian dengan menggunakan *Metode Historical Burn Analysis (HBA)* ini juga pernah diterapkan di Kabupaten Indramayu (Estiningtyas, 2012). Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim penting yang sangat terlihat nyata pengaruhnya akibat anomali iklim. Kejadian anomali iklim di Indonesia telah terbukti dominan mempengaruhi produksi pertanian dan ketahanan pangan (Surmaini et al., 2015). Gagal panen akibat kekeringan disebabkan oleh hujan yang menurun jauh di bawah normal atau akibat banjir karena hujan jauh di atas normal.

Curah hujan sebesar 116 mm pada Gambar 5 (a) merupakan tinggi hujan yang dapat menjadi *trigger* pembayaran nilai pertanggungan kepada pemegang

polis. Nilai pertanggungan secara penuh (*exit*) ditunjukkan oleh angka curah hujan lebih rendah dari 89 mm yang berarti bahwa nilai pertanggungan harus dibayarkan secara penuh. Apabila curah hujan yang turun pada musim kemarau diantara 89 mm dan 116 mm, maka besar nilai pertanggungan yang dibayarkan hanya sebagian saja sesuai dengan proporsi hujan yang diterima selama musim kemarau tersebut.



**Gambar 5** (a) Konsep pembayaran asuransi indeks iklim untuk Kecamatan: (a) Kebonagung; (b) Donorojo; dan (c) Pringkuku.

Indeks iklim berdasarkan curah hujan untuk setiap kecamatan di Kabupaten Pacitan berbeda-beda. Gambar 5(b) memperlihatkan indeks iklim untuk Kecamatan Donorojo. Tinggi hujan yang dapat menjadi *trigger* terjadi pembayaran nilai pertanggungan kepada pemegang polis adalah 70 mm, sedangkan pembayaran nilai pertanggungan secara penuh (*exit*) dilakukan apabila curah hujan yang turun pada musim kemarau lebih rendah dari 38 mm. Apabila curah hujan

yang turun pada musim kemarau diantara 38 mm dan 70 mm, maka besar nilai pertanggungan yang dibayarkan hanya sebagian saja sesuai dengan proporsi hujan yang diterima selama musim kemarau tersebut.

Kecamatan Pringkuku adalah salah satu kecamatan yang terletak di sebelah barat Kabupaten Pacitan. Tinggi hujan yang dapat menjadi *trigger* terjadinya pembayaran nilai pertanggungan kepada pemegang polis adalah 61 mm. *Exit* merupakan indikator pembayaran nilai pertanggungan secara penuh yang dijelaskan apabila curah hujan yang turun pada musim kemarau lebih rendah dari 18 mm. Namun, apabila curah hujan yang turun pada musim kemarau (MJJAS) berada diantara 18 mm dan 61 mm, maka pemegang polis hanya membayar sebagian saja sesuai dengan proporsi hujan yang diterima oleh wilayah tersebut selama musim kemarau yang bersangkutan.

### Implikasi terhadap Pengembangan Asuransi Indeks Iklim di Kabupaten Pacitan

Sebagai negara agraris, Indonesia harus menjamin keberlangsungan sistem pertanian di Indonesia. Asuransi indeks iklim merupakan salah satu langkah adaptasi yang berpotensi dikembangkan. Identifikasi potensi perlu diperhatikan sebagai dasar dan peluang untuk menentukan langkah selanjutnya dalam pengembangan asuransi indeks iklim serta aplikasinya di Kabupaten Pacitan. Potensi adalah sesuatu hal yang dapat dijadikan sebagai bahan atau sumber yang akan dikelola baik melalui usaha yang dilakukan manusia maupun yang dilakukan melalui tenaga mesin dimana dalam pengerjaannya potensi dapat juga diartikan sebagai sumber daya yang ada di sekitar kita. Potensi pengembangan asuransi indeks iklim di Kabupaten Pacitan antara lain:

- Kabupaten Pacitan merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Timur yang rawan terhadap bencana kekeringan.
- Hubungan yang erat antara curah hujan dan produksi tanaman di lokasi penelitian menjadi syarat penting dalam penentuan indeks iklim.
- Sektor pertanian (59,44%) merupakan mayoritas lapangan usaha di Kabupaten Pacitan dengan tanaman padi yang menjadi salah satu komoditas unggulannya.

Potensi pengembangan asuransi indeks iklim yang ditemukan di Kabupaten Pacitan tidak terlepas dari tantangan-tantangan yang harus diperhatikan dan dihadapi untuk langkah selanjutnya. Tantangan tersebut adalah berbagai hal yang dapat menjadi tantangan dalam pengembangan asuransi indeks iklim. Beberapa tantangan yang harus dihadapi dalam pengembangan asuransi indeks iklim di wilayah ini adalah:

- Ketersediaan data curah hujan yang berkualitas secara spasial dan temporal (runut waktu yang panjang minimal 20 tahun).
- Undang-undang atau regulasi tentang asuransi pertanian (asuransi indeks iklim) yang masih dalam penyusunan.
- Sosialisasi yang intensif dan mendalam kepada petani sebelum program ini dilaksanakan sehingga mencegah adanya kesalahpahaman konsep.

Pada dasarnya, sebagai program pemula, dukungan dan keterlibatan pemerintah baik secara finansial maupun regulasi yang konsisten sangat diperlukan dalam aplikasi asuransi indeks iklim pada sistem usaha tani padi di Indonesia. Menurut Boer (2010) tantangan ke depan dalam pengembangan asuransi indeks iklim adalah perlunya perangkat peraturan dan kelembagaan untuk mendukung program asuransi indeks iklim. Selain itu, juga diperlukan dukungan pemerintah dalam bentuk pemberian subsidi premi asuransi mengingat pertanian sangat strategis untuk pangan dan energi serta kondisi pertanian yang masih lemah dari segi penguasaan lahan, manajemen, pembiayaan, dan sumberdaya manusianya (Tadesse et al., 2015).

## KESIMPULAN

Ancaman kekeringan masih menjadi salah satu risiko iklim bagi pertanian tanaman pangan terutama padi. Di Kabupaten Pacitan, jumlah kejadian kekeringan tertinggi sebanyak 15 kali terjadi di 11 kecamatan pada tahun 2008. Tahun 2007 terdapat 8 kali kejadian kekeringan di 5 kecamatan, sedangkan tahun 2011 terdapat 3 kecamatan yang mengalami kekeringan sebanyak 5 kali.

Perhitungan indeks iklim berdasarkan curah hujan di Kabupaten Pacitan dengan metode *Historical Burn Analysis* (HBA) menghasilkan nilai exit tertinggi yaitu sebesar 89 mm di Kecamatan Kebonagung. Jika curah hujan pada periode yang diasuransikan di bawah 89 mm, maka pemegang polis akan menerima pembayaran nilai pertanggungan secara penuh. Apabila curah hujan pada musim kemarau berada diantara 89 mm dan 116 mm, maka pembayaran nilai pertanggungan yang diterima hanya sebagian saja. Pembayaran nilai pertanggungan tidak akan diterima apabila nilai curah hujan pada musim kemarau di atas 116 mm.

Kecamatan Pringkuku memiliki nilai exit paling rendah sebesar 18 mm. Jika curah hujan pada periode yang diasuransikan kurang dari 18 mm, maka pemegang polis menerima pembayaran nilai pertanggungan secara penuh. Jika curah hujan musim kemarau berada diantara 18 mm dan 61 mm, maka pembayaran nilai pertanggungan yang diterima hanya

sebagian saja. Jika curah hujan pada musim kemarau di atas 61 mm maka tidak ada pembayaran nilai pertanggungan.

Metode *Historical Burn Analysis* (HBA) cukup disarankan untuk digunakan di wilayah-wilayah dengan keterbatasan informasi data parameter iklim yang tersedia. Periode data yang panjang sangat diperlukan untuk memberi gambaran pola yang lebih mewakili seluruh kondisi atau kejadian iklim ekstrim, khususnya kekeringan. Asuransi indeks iklim berbasis curah hujan dapat dijadikan sebagai salah satu langkah adaptasi petani dalam menjaga stabilitas produksi padi khususnya di musim kemarau. Asuransi indeks iklim membutuhkan dukungan dan keterlibatan pemerintah baik secara finansial maupun regulasi untuk dapat dimanfaatkan dalam mendukung pertanian tanaman pangan di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alauddin, M., Sarker, M.A.R., 2014. Climate change and farm-level adaptation decisions and strategies in drought-prone and groundwater-depleted areas of Bangladesh: an empirical investigation. *Ecological Economics* 106, 204–213. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.025>
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56.
- Arnell, N.W., Gosling, S.N., 2016. The impacts of climate change on river flood risk at the global scale. *Climatic Change* 134, 387–401. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1084-5>
- Awokuse, T.O., Xie, R., 2014. Does Agriculture Really Matter for Economic Growth in Developing Countries? *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie* 63, 77–99. <https://doi.org/10.1111/cjag.12038>
- Boer, R., 2010. Pengembangan Sistem Asuransi Indeks Iklim Dalam Mendukung Pelaksanaan Program Adaptasi (Bahan Tayangan Sosialisasi Sistem Penanggulangan Dampak Fenomena Iklim). Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Cai, W., Santoso, A., Wang, G., Yeh, S.-W., An, S.-I., Cobb, K.M., Collins, M., Guilyardi, E., Jin, F.-F., Kug, J.-S., Lengaigne, M., McPhaden, M.J., Takahashi, K., Timmermann, A., Vecchi, G., Watanabe, M., Wu, L., 2015. ENSO and greenhouse warming. *Nature Climate Change* 5, 849.
- Challinor, A.J., Watson, J., Lobell, D.B., Howden, S.M., Smith, D.R., Chhetri, N., 2014. A meta-analysis of



- crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change* 4, 287.
- Dobor, L., Barcza, Z., Hlásny, T., Árendás, T., Spitkó, T., Fodor, N., 2016. Crop planting date matters: Estimation methods and effect on future yields. *Agricultural and Forest Meteorology* 223, 103–115.  
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.03.023>
- Dong, Z., Pan, Z., An, P., Wang, L., Zhang, J., He, D., Han, H., Pan, X., 2015. A novel method for quantitatively evaluating agricultural vulnerability to climate change. *Ecological Indicators* 48, 49–54.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.032>
- Elmendorf, S.C., Henry, G.H.R., Hollister, R.D., Fosaa, A.M., Gould, W.A., Hermanutz, L., Hofgaard, A., Jónsdóttir, I.S., Jorgenson, J.C., Lévesque, E., Magnusson, B., Molau, U., Myers-Smith, I.H., Oberbauer, S.F., Rixen, C., Tweedie, C.E., Walker, M.D., 2015. Experiment, monitoring, and gradient methods used to infer climate change effects on plant communities yield consistent patterns. *Proc Natl Acad Sci USA* 112, 448.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1410088112>
- Estiningtyas, W., 2012. Pengembangan Model Asuransi Indeks Iklim Untuk Meningkatkan Ketahanan Petani Dalam Menghadapi Perubahan Iklim. IPB, Bogor.
- Hatfield, J.L., Prueger, J.H., 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes* 10, 4–10.  
<https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>
- Hidayati, I., Suryanto, S., 2015. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian Dan Strategi Adaptasi Pada Lahan Rawan Kekeringan. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan* 6, 42–52.
- Juroszek, P., von Tiedemann, A., 2015. Linking Plant Disease Models to Climate Change Scenarios to Project Future Risks of Crop Diseases: A Review. *Journal of Plant Diseases and Protection* 122, 3–15. <https://doi.org/10.1007/BF03356525>
- Kirono, D.G.C., Butler, J.R.A., McGregor, J.L., Ripaldi, A., Katzfey, J., Nguyen, K., 2016. Historical and future seasonal rainfall variability in Nusa Tenggara Barat Province, Indonesia: Implications for the agriculture and water sectors. *Climate Risk Management* 12, 45–58.  
<https://doi.org/10.1016/j.crm.2015.12.002>
- Loo, Y.Y., Billa, L., Singh, A., 2015. Effect of climate change on seasonal monsoon in Asia and its impact on the variability of monsoon rainfall in Southeast Asia. *Geoscience Frontiers* 6, 817–823.  
<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2014.02.009>
- Mann, M.E., Gleick, P.H., 2015. Climate change and California drought in the 21st century. *Proc Natl Acad Sci USA* 112, 3858.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1503667112>
- Naylor, R.L., Battisti, D.S., Vimont, D.J., Falcon, W.P., Burke, M.B., 2007. Assessing risks of climate variability and climate change for Indonesian rice agriculture. *Proc Natl Acad Sci USA* 104, 7752.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0701825104>
- Nelson, G.C., Mensbrugge, D., Ahammad, H., Blanc, E., Calvin, K., Hasegawa, T., Havlik, P., Heyhoe, E., Kyle, P., Lotze-Campen, H., Lampe, M., Mason d'Croz, D., Meijl, H., Müller, C., Reilly, J., Robertson, R., Sands, R.D., Schmitz, C., Tabeau, A., Takahashi, K., Valin, H., Willenbockel, D., 2013. Agriculture and climate change in global scenarios: why don't the models agree. *Agricultural Economics* 45, 85–101.  
<https://doi.org/10.1111/agec.12091>
- Newbery, F., Qi, A., Fitt, B.D., 2016. Modelling impacts of climate change on arable crop diseases: progress, challenges and applications. *Current Opinion in Plant Biology* 32, 101–109.  
<https://doi.org/10.1016/j.pbi.2016.07.002>
- Orlowsky, B., Seneviratne, S.I., 2012. Global changes in extreme events: regional and seasonal dimension. *Climatic Change* 110, 669–696.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-011-0122-9>
- Panda, C., Singh, S., 2016. Marginal and small farmers' climate change perception and adaptation. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 9, 839–846.  
<https://doi.org/10.5958/2230-732X.2016.00108.X>
- Ray, D.K., Gerber, J.S., MacDonald, G.K., West, P.C., 2015. Climate variation explains a third of global crop yield variability. *Nature Communications* 6, 5989.
- Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A.C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K.J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N., Neumann, K., Piontek, F., Pugh, T.A.M., Schmid, E., Stehfest, E., Yang, H., Jones, J.W., 2014. Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proc Natl Acad Sci USA* 111, 3268.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1222463110>
- Sawiyo, Heryani, N., Sutrisno, N., 2005. Pengembangan DAM parit untuk mendukung peningkatan produktivitas lahan kering (studi kasus subdas Suko, Kabupaten Pacitan). *Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi* 1, 13–24.
- Sumaryanto, 2009. Diversifikasi sebagai salah satu pilar ketahanan pangan. *J. Forum Penelitian Agroekonomi* 2, 93–108.

- Surmaini, E., Hadi, T.W., Subagyo, K., Puspito, N.T., 2015. Early detection of drought impact on rice paddies in Indonesia by means of Niño 3.4 index. *Theoretical and Applied Climatology* 121, 669–684. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1258-0>
- Tadesse, M.A., Shiferaw, B.A., Erenstein, O., 2015. Weather index insurance for managing drought risk in smallholder agriculture: lessons and policy implications for sub-Saharan Africa. *Agricultural and Food Economics* 3, 26. <https://doi.org/10.1186/s40100-015-0044-3>
- Todaka, D., Shinozaki, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., 2015. Recent advances in the dissection of drought-stress regulatory networks and strategies for development of drought-tolerant transgenic rice plants. *Frontiers in Plant Science* 6, 84. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00084>
- Wirén, L., Danielsson, Å., Neset, T.-S.S., 2015. Assessment of composite index methods for agricultural vulnerability to climate change. *Journal of Environmental Management* 156, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.03.020>
- Wu, M., Schurgers, G., Rummukainen, M., Smith, B., Samuelsson, P., Jansson, C., Siltberg, J., May, W., 2016. Vegetation–climate feedbacks modulate rainfall patterns in Africa under future climate change. *Earth System Dynamics* 7, 627–647. <https://doi.org/10.5194/esd-7-627-2016>
- Yang, X., Chen, F., Lin, X., Liu, Z., Zhang, H., Zhao, J., Li, K., Ye, Q., Li, Y., Lv, S., Yang, P., Wu, W., Li, Z., Lal, R., Tang, H., 2015. Potential benefits of climate change for crop productivity in China. *Agricultural and Forest Meteorology* 208, 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.04.024>